

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

Correspond to JP

11-64883

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. ⁶ H01L 29/786	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특1999-023628 1999년 03월 25일
(21) 출원번호 (22) 출원일자	특1998-033182 1998년 08월 11일	
(30) 우선권주장 (71) 출원인	9-217213 1997년 08월 12일 일본 (JP) 도시바 마이크로일렉트로닉스 가부시키가이샤	오카모토 세이시
(72) 발명자	일본 가나가와현 가와사키시 가와사키구 에키마에혼정 25-1 스즈키 고지	
(74) 대리인	일본 가나가와현 요코하마시 미소고쿠 신미소고초 33번치가부시키가이샤 도 시바 생산기술연구소내 김명신, 강성구, 김원오	

심사청구 : 있음

(54) 다결정 반도체박막의 제조방법 및 제조장치

요약

본 발명은 다결정 반도체박막의 제조방법 및 제조장치에 관한 것으로서, 액시머 레이저 빔을 비정질 Si 박막에 조사하여 Si 박막을 용융 재결정화하는 방법에 있어서, Si 박막을 조사하는 액시머 레이저 빔의 광로에 반복 패턴이 형성된 마스크를 삽입하여 Si 박막면위에 조사되는 빔을 마스크패턴으로 에너지를 변조하여 조사하는 것에 의해 면내의 평면방향의 온도 변화를 제어함과 동시에 Si 박막이 형성된 기판을 레이저 조사와 동기하여 차례로 이동시켜 다결정 Si를 형성하여 다결정 Si 박막 트랜지스터의 고성능화와 고균일화를 실현하는 생산성이 우수한 결정입자가 큰 다결정 Si 박막의 제조방법을 제공하는 것을 특징으로 한다.

도표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 내지 도 4는 본 발명에 의한 다결정 Si 박막 형성방법의 실시예 1을 나타내는 도면,
도 5 내지 도 6은 본 발명에 의한 다결정 Si 박막 형성방법의 실시예 2를 나타내는 도면,
도 7 내지 도 8은 본 발명에 의한 다결정 Si 박막 형성방법의 실시예 3을 나타내는 도면,
도 9 내지 도 10은 본 발명에 의한 다결정 Si 박막 형성방법의 실시예 4를 나타내는 도면,
도 11은 본 발명에 의한 다결정 Si 박막 형성방법의 실시예 5를 나타내는 도면,
도 12는 본 발명에 의한 다결정 Si 박막 형성방법의 실시예 6을 나타내는 도면,
도 13은 본 발명에 의한 다결정 Si 박막 형성방법의 실시예 7을 나타내는 도면 및
도 14 내지 도 16은 종래의 다결정 Si 박막 형성방법을 나타내는 도면이다.

*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|---------------------|----------------|
| 1 : 유리기판 | 2 : 다결정 Si 박막 |
| 3 : 비정질 Si 박막 | 4 : 레이저빔 조사면 |
| 5 : 레이저빔 | 6 : 기판스테이지 |
| 7 : 광학형 | 8 : 빔 호모지나이저 |
| 9 : 액시머 레이저 | 11 : 결정입자 |
| 12 : 입계 | 13 : 마스크 |
| 35, 36 : 다결정 Si TFT | 31 : 다결정 Si 패턴 |
| 32 : 게이트전극 | 33 : 소스전극 |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 액정표시패널 등에 이용되는 박막트랜지스터용 다결정 반도체박막의 제조방법 및 제조장치에 관한 것이다.

액정표시장치는 박형·경량이고, 저전압 구동이 가능하고, 또 칼라화도 용이하다는 등의 특징을 갖고 있어 최근에 퍼스널컴퓨터, 워드프로세서 등의 표시장치로서 이용되고 있다. 그 중에서도 각 화소마다 스위칭소자로서 박막 트랜지스터(TFT)를 설치한 이른바 액티브매트릭스형 액정표시장치는 다화소로 해도 콘트라스트, 리스폰스 등의 악화가 적고, 또 중간조표시도 가능하기 때문에 풀칼라 텔레비전이나 OA용 표시장치로서 현재 가장 적합한 표시방식이다.

이 액티브매트릭스형 액정표시장치는 2장의 평면 유리기판(여레이기판, 대항기판)과 이들 기판사이에 끼워진 액정층으로 이루어진 기판 구성을 갖고 있다. 구체적으로는 한쪽의 유리기판, 즉 대항기판 위에는 각 화소에 대응한 칼라필터 배열과 투명전극(대항전극)이 형성되어 있고, 다른쪽 여레이기판에는 매트릭스형상으로 배열된 투명전극으로 이루어진 화소전극과, 각 화소전극에 그 소스전극이 접속된 TFT가 설치되어 있다. TFT의 게이트전극은 X방향으로 설치된 어드레스선에 접속되고, 드레인전극은 어드레스선과 직각방향으로 설치된 데이터선에 접속되어 있다.

이와같이 구성된 액정표시장치에서는 소정의 타이밍으로 어드레스선, 데이터선에 각각 어드레스신호, 데이터신호를 인가하는 것에 의해 각 화소전극에 표시에 대응한 전압을 선택적으로 인가할 수 있다. 액정층의 배향은, 즉 광투과율은 대항전극과 화소전극의 전위차로 억제할 수 있고, 이것에 의해 임의의 표시가 가능해진다. 상세하게는 T.P. Brody의 문헌(IEEE Trans. on Electron. Devices, Vol. ED-20, Nov., 1973, pp. 995-1001)에 설명되어 있다.

종래 TFT의 반도체재료로서는 비정질 Si나 다결정 Si 등이 사용되고 있지만 특히 다결정 Si를 이용한 액티브매트릭스형 액정표시장치에서는 게이트선 및 데이터선에 구동신호를 인가하는 구동회로를 동일기판 내에 형성할 수 있기 때문에 표시패널의 소형화나 배선의 접속이 높은 신뢰성이 얻어지는 등의 잇점이 있다.

도 14는 종래의 다결정 Si 박막을 형성하는 방법을 나타내는 것으로서, 유리기판(1) 위의 비정질 Si를 액시머 레이저(9)를 이용하여 비정질 Si 박막을 어닐처리하여 다결정 Si로 하는 방법이다. 레이저빔(5)은 균일성을 높이기 위해 빔 호모지나이저(8)를 거쳐 광학계(7)에서 길고 가는 다란 형상의 빔(4)으로 변환되어 Si 박막 표면에 조사된다. 비정질 Si는 레이저에너지에 의해 용융화되어 고화하는 과정에서 결정화된다. 레이저펄스폭은 20-30나노초로 짧기 때문에 기판 온도가 상승하지 않고 결정화할 수 있기 때문에 유리기판(1)을 이용할 수 있다. 스테이지(6)를 전송피치(Sp)로 스캔하면서 레이저어닐하는 것에 의해 기판 전면에 다결정 Si 박막(2)을 얻을 수 있다.

도 15의 (a)는 기판(1)의 평면도이다. 도 15의 (b)는 그 일부의 확대도이다. 긴 빔(4)이 조사된 영역(2)에서는 다결정 Si 박막이 얻어진다. 그러나, Si 박막의 용융 고화 현상이 매우 빠르고 다결정 Si가 성장한 초기핵이 기판내에 무수하게 존재하기 때문에 얻어지는 결정입자는 0.2-0.3 μ m 정도였다. 이 때문에 결정입자(11)의 경계가 되는 입계가 다수 존재하여 높은 TFT 특성을 얻는 것이 곤란했다. 이때문에 액정표시장치의 기판 주변에 일체화 형성되는 구동회로를 저이동도의 TFT로 설계하지 않아서는 안되고, 또 고속 표시신호를 처리하기 위해서는 복수의 병렬회로를 이용하는 등 구동회로 영역의 면적이 커지는 문제가 있었다. 또한, 고속 동작이 곤란하기 때문에 다결정 Si TFT 구동회로의 외측에 특수한 결정 Si IC가 필요했다. 또한, 입계(12)는 결함을 다수 포함하고 있기 때문에 TFT의 V_{th} 의 분산 요인이 되고, 고정밀도의 아날로그회로를 실현하는 것이 곤란하여 디지털·아날로그컨버터 등 액정표시장치를 디지털 구동하는데 필요한 회로를 형성할 수 없었다.

TFT 특성의 개선을 위해서는 결정입자가 큰 다결정 Si의 제조방법이 필요하지만 도 16은 조사빔의 광로중(5)에 마스크(13)를 두고 Si 표면내에서 면내의 온도 변화를 이루어서 대입자적결정을 실시하는 방법이다. 마스크 바로 아래의 Si3 표면에서는 빔의 굴절에 의해 마스크엣지 보다 1 μ m 정도 이하의 Si42가 용해하지만 에너지가 적기 때문에 영역(44)에 비해 온도가 낮고 면내에서 국소적으로 큰 온도변화가 발생한다. 이 경우, 더 온도가 낮은(43) 부분에서 고화가 시작되어 이곳을 기점으로 액정 성장이 발생한다. 따라서, 도 15의 경우에 비해 보다 큰 입자적결정이 얻어지지만 이하와 같은 문제가 있어 실용적이지 않았다. 즉, 국소적으로 온도 변화를 갖게 하기 위해 결정입자는 고작 1-2 μ m 정도밖에 성장할 수 없고 또 마스크엣지와 수직 방향으로만 입자적결정이 크고, 평행한 방향은 여전히 0.2-0.3 μ m 이하의 소입자적결정이다. 또, 기판을 스캔하여 입자적결정을 확대하는 경우, 기판의 이송 피치(Sp)는 마스크단이 입계를 초과하지 않도록 할 필요가 있어 0.5 μ m 정도로 작았다. 이 피치로 예를 들면 300x400mm 기판을 전면 처리하면 150mm 길이의 빔을 이용했다고 해도 300kHz의 레이저 발전에 약 90분을 필요로 한다. 이때문에 대면적 기판에서 전면처리하는 경우, 많은 시간이 걸려 제조에 적합하지 않은 문제가 있었다.

이때문에 다결정 Si TFT에 의한 구동회로 내장형 액정패널은 투사형 액정표시장치 등, 대각 1~3인치 정도의 고속 동작이 필요하지 않은 소형 액정 패널로 제한되고, 이미상 대형인 것으로의 적용은 곤란했다.

상기와 같이 종래의 다결정 Si 박막의 형성방법에서는 생산성을 높이면 큰 입자적결정이 얻어지지 않고, 또 입자적결정을 크게 하면 생산성이 현저하게 저하하는 문제가 있었다. 이때문에 대형 고정세 액정표시장치

를 다결정 SiTFT로 구동회로를 내장하는 것은 매우 곤란했다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것으로서, 제 1 목적으로 하는 바는 큰 입자직경의 다결정 Si 박막을 높은 생산성으로 제조할 수 있는 다결정 반도체박막의 제조방법을 제공하는 것이며, 또 제 2 목적으로 하는 바는 다결정 SiTFT의 성능을 향상시켜 구동회로의 고속화 및 액정표시장치의 대형화·고정세화를 실현하는 다결정 박막의 제조장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 문제점을 해결하기 위해 청구항 1은 절연기판상에 비정질 반도체박막을 형성하는 공정과, 이 반도체박막에 에너지빔을 조사하여 상기 반도체박막을 용융 재결정화하는 다결정 반도체박막의 제조방법에 있어서, 상기 에너지빔의 일부가 투과하는 반복 패턴이 투명기판상에 형성된 마스크를 통하여 상기 에너지빔을 상기 반도체박막에 조사하는 공정과, 상기 반도체박막위로의 상기 에너지빔의 조사위치를 변하게 하여 차례로 조사하여 상기 다결정 반도체박막을 성장시키는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법을 제공하는 것이다.

청구항 2는 청구항 1에 있어서, 상기 반복 패턴으로서 스트라이프형상의 패턴을 이용한 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법을 제공하는 것이다.

청구항 3은 청구항 2에 있어서, 상기 비정질 반도체박막으로의 복수회의 레이저빔 조사후에 상기 기판을 이동하는 시퀀스로 상기 반도체박막의 다결정화를 실시하는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법을 제공하는 것이다.

청구항 4는 청구항 2에 있어서, 상기 비정질 반도체박막으로의 복수회의 레이저빔 조사후에 상기 기판을 제 1 피치로 이동하는 제 1 시퀀스로 반도체박막의 다결정화를 실시하고, 복수회 상기 제 1 피치로 상기 기판을 빔조사 및 이동을 실시한 후, 상기 기판을 제 2 피치로 이동하고, 다시 상기 제 1 시퀀스로 상기 반도체박막의 다결정화를 실시하는 제 2 시퀀스에 의해 다결정화하는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법을 제공하는 것이다.

청구항 5는 청구항 2에 있어서, 상기 마스크의 상기 패턴이 복수영역으로 분할되어 있고, 각 영역에 다른 패턴이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법을 제공하는 것이다.

청구항 6은 청구항 5에 있어서, 복수영역으로 분할된 상기 패턴의 패턴 피치로 대응하는 피치로 상기 레이저 조사와 동기(同期)하여 상기 기판을 이동하여 상기 다결정 반도체박막을 형성하는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법을 제공하는 것이다.

청구항 7은 청구항 6에 있어서, 복수의 영역으로 분할된 상기 패턴은 분할된 패턴사이에서의 상기 패턴의 방향이 다른 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법을 제공하는 것이다.

청구항 8은 청구항 2에 있어서, 마스크패턴으로서 지그재그형상의 스트라이프 패턴을 이용한 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법을 제공하는 것이다.

청구항 9는 청구항 2에 있어서, 복수영역으로 분할된 상기 마스크의 패턴이 소정의 피치로 형성되어 있고, 레이저 조사후의 기판 이동에 있어서, 각 분할 영역의 패턴의 위치가 맞춰져 설치되어 다음 레이저 조사를 실시하는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법을 제공하는 것이다.

청구항 10은 청구항 2에 있어서, 상기 마스크로서 상기 반도체박막위에 형성된 투광성 무기재료로 이루어진 스트라이프형상 패턴을 이용하는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막형의 제조방법.

청구항 11은 절연성기판상에 형성된 비정질 반도체박막에 에너지빔을 조사하여 상기 반도체박막을 용융 재결정화하여 다결정 반도체박막을 형성하는 제조장치에 있어서, 상기 반도체박막위에 배치되어 투명판 위에 상기 에너지빔을 차광하는 패턴을 형성한 마스크와, 이 마스크를 유지하는 수단과, 상기 마스크에 의해 변조된 상기 에너지빔이 상기 패턴을 상기 반도체박막위에서 결상시키는 수단과, 상기 에너지빔의 조사와 동기하여 상기 절연성 기판을 소정의 피치로 이동하는 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조장치를 제공하는 것이다.

청구항 12는 청구항 11에 있어서, 상기 에너지빔의 조사와 동기하여 상기 절연성기판을 2종류 이상의 소정의 피치로 이동하는 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조장치를 제공하는 것이다.

청구항 13은 청구항 11에 있어서, 상기 마스크를 투과한 에너지빔을 상기 반도체박막 표면에 축소 조사하는 기구를 구비한 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조장치를 제공하는 것이다.

청구항 14는 청구항 11에 있어서, 상기 마스크를 투과한 에너지빔을 상기 반도체박막 표면에 등배조사하는 기구를 구비한 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조장치를 제공하는 것이다.

청구항 15는 청구항 11에 있어서, 상기 에너지빔의 조사와 동기하여 상기 절연성기판을 소정의 피치로 이동함과 동시에 상기 절연성기판상의 맞춤 패턴을 검출하는 수단과, 상기 에너지빔을 간섭계에 의해 기판과 위치맞춤을 실시하는 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조장치를 제공하는 것이다.

(발명의 실시형태)

본 발명의 골자는 역시 레이저 어닐에 의해 다결정 Si박막을 형성하는 방법에 있어서, Si박막을 조사하는 레이저빔의 광로중에 반복 패턴을 형성한 마스크를 삽입하고, 마스크 패턴 이미지로 Si표면에 레이

저 조사를 실시함과 동시에 레이저조사와 동기하여 기판을 소정 피치로 보내는 것에 의해 고속으로 또 대입자적경을 얻는 것이다. 마스크의 반복 패턴 피치 및 기판의 이송 피치는 복수의 조합이 가능하고, 각각 목적으로 하는 TFT특성에 대응한 다결정 입자적경의 크기에 따라서 선택할 수 있다.

상기한 구성에 의해 기판내에서 동시에 다수 부분에서 마스크패턴에 따른 결정핵을 형성하고, 또 입자적경을 확대하는 것도 가능하다. 레이저빔 조사영역에서 동시에 핵발생과 결정화를 억제할 수 있기 때문에 높은 생산성을 갖고, 또 고성능인 TFT가 얻어져 고속 동작 가능한 구동회로를 실현할 수 있다. 또, 결함의 감소에 의해 TFT의 V_{th} 도 균일해져 동작 전압의 저감이나 고성능인 아날로그회로, 디지털·아나로그컨버터 등을 실현할 수 있다. 이때문에 종래의 소형 액정표시장치뿐만 아니라 대형의 고정세(高精細) 액정표시장치도 실현할 수 있고, 또 저전력화, 혈액연화(狭額狭化)를 실현할 수 있다.

[실시에]

(실시에 1)

도 1은 본 발명에 의한 다결정 Si박막의 형성방법의 실시예 1을 나타내는 도면이다.

도 1에 있어서, 스테이지(6)상에 크기 $300 \times 400\text{mm}$, 두께 1.1mm 의 유리기판(1)을 설치하고, 기판(1)위의 두께 50nm 의 비정질 Si박막(3)에 XeCl 레이저빔(5)을 마스크(13)를 통하여 조사한다. 기판스테이지(6)는 도면중에 도시된 방향으로 피치(Sp)로 보내지고, Si의 어닐 영역(4)은 차례로 이동한다. 여기서, 빔 폭(Φ_b)은 0.5mm , 길이(지면의 내부길이 방향) 100mm 이다. 기판의 이송 피치는 50mm 이고, Si박막은 레이저조사를 10회 받는다. 마스크(13)는 기판의 상부 방향 0.5mm 의 위치에 설치되어 레이저빔(5)과 함께 고정되어 있다. 빔은 기판단에서 굴절되어 다른 비조사영역을 조사한다. 레이저는 300Hz 로 발전하고, 1조사마다 기판이 피치(S_p)로 보내지기 때문에 기판 전면을 처리하는 시간은 약 80초이다. 이에 대해, 도 14에서 설명한 방법에서는 동일한 기판을 전면 처리하는데 약 5000초를 필요로 했기 때문에 본 실시예가 양산성(量産性)에 적합하다는 것을 알 수 있다.

도 2는 마스크(13)의 패턴을 나타내는 것으로, 석영기판상에 Cr막으로 스트라이프형상의 패턴(22)이 형성되어 있다. 패턴(22)(빔 불투과영역)의 폭(Φ_b)은 1.5mm , 투과영역(21)의 폭(Φ_t)은 1mm 이다. 레이저빔(5)은 스트라이프패턴과 평행한 방향으로 조사했다. 도 2에 얻어진 다결정 Si의 입자적경을 마스크패턴과의 관계로 나타내고 있다. 스트라이프패턴의 방향과 수직방향으로 길이 $1.2 \sim 1.3\text{mm}$, 평행한 방향으로 0.3mm 의 크기의 결정입자가 얻어졌다.

이와같이 큰 입자적경이 얻어진 것은 레이저빔 조사시에 Si박막면내에서 온도가 불균일해지고, 용융Si층의 온도가 낮은 부분(43)에서 결정화가 시작되어 결정이 온도가 높은 영역(44)으로 연장되었기 때문이라고 해석할 수 있다. 도 3에 나타내는 바와 같이 마스크로 빔이 차폐된 영역의 중심(43)이 가장 온도가 낮고, 이 부분도 용융상태로 이루어질 정도의 에너지를 조사하는 것에 의해 고화를 영역(43)부터 시작할 수 있다.

스트라이프 패턴(Φ_b)의 크기는 너무 크면 중앙부(43)가 용융하지 않기 때문에 3mm 정도 이하가 좋다. 또한, 투과부(Φ_t)의 크기는 너무 넓으면 중앙부에서 결정화가 독립으로 시작되기 때문에 3mm 정도 이하가 좋다. 레이저 조사 횟수는 본 실시예에서는 10회로 했지만 횟수가 많을수록 균일성을 향상할 수 있기 때문에 처리 시간이 허가되는 한 많은 쪽이 좋다. 이외에 다수회 조사한 경우, 마스크결합의 영향을 경감하는 효과가 있다.

또한, 본 실시예에서는 기판 바로 위에 마스크를 배치하는 이른바 프록시미티방식으로 실시했지만 마스크와 기판사이에 투영 광학계를 삽입하여 실시해도 좋다. 이 경우는 축소 투영도 가능하기 때문에 미세 패턴을 이용하는 본 발명에서는 제어성이 더욱 상승한다. 또한, 마스크결합 등에 대해서도 선형성이 향상한다.

도 4는 본 실시예에서 작성한 다결정 Si박막을 이용하여 TFT를 시험 제작하고, 그 이동도를 평가한 것이다. TFT의 채널길이는 10mm , 폭은 3mm 이다. 어닐시의 레이저마스크 패턴과 TFT의 전류가 흐르는 방향으로 특성이 다르다. 도 4중의 "40"은 도 5에 나타내는 바와 같이 TFT의 전류방향이 결정입자의 길이 방향과 평행한 경우(12스트라이프패턴의 방향은 결정의 형상을 나타냄)이고, "41"은 수직으로 TFT를 Si를 형성한 경우이다. 마스크의 투과영역은 Φ_t 의 종대와 함께 특성이 저하하지만 이것은 채널중 포함되는 결정입자가 많아지고 마스크엣지 이외의 결정입자가 0.3mm 정도로 작기 때문이다. 결정입자의 길이 방향이 전류로가 되도록 배치한 경우는 당연히 전류로에 존재하는 입계의 수가 적기 때문에 특성이 좋아지는 것이라고 해석된다. 모두 종래법 보다는 TFT 특성이 개선되어 있다. 그러나, 본 실시예에서는 TFT의 전류로는 스트라이프패턴과 수직방향이 바람직하다.

(실시에 2)

이하의 실시예는 실시예 1과 다른 부분을 중심으로 설명하기로 하고, 동일 부분은 동일 번호를 붙여 그 자세한 설명은 생략한다.

도 6은 본 발명에 의한 다결정 Si박막의 형성방법의 실시예 2를 나타내는 도면이다.

본 실시예에서는 레이저빔의 마스크(13)를 2개의 영역(61, 62)으로 나눠 영역(62)에는 패턴없이(전면 투과) 형성하고, 영역(61)에는 스트라이프패턴을 형성해준다. 레이저빔의 짧은 길이 방향의 폭(Φ_b)이 2개의 영역을 동시에 조사하는 배치로 Si박막에 레이저 조사를 실시한다. 영역(61)에서는 실시예 1과 동일한 결정화를 실시할 수 있지만 영역(62)에서는 종래와 동일 조사법이 되어 결정입자의 확대는 바람직하지 않다. 그러나, 기판의 스캔방향을 도면중에 나타내는 방향(S_p)으로 하는 것에 의해 비정질 Si에는 우선 영역(62)의 빔이 조사되어 작은 입자적경의 결정화가 실시된다. 그 후에 스트라이프 패턴에 의

해 큰 입자직경이 얻어진다. 스트라이프패턴으로 입자직경 성장을 실시하는 경우, 미리 Si박막을 다결정화해두는 것에 의해 안정되게 입자직경 확대를 실시할 수 있게 된다. 즉, 조사 회수를 적게 해도 큰 입자직경이 얻어진다. 이것은 스캔피치를 크게 할 수 있기 때문에 처리시간의 단축이 도모된다. 본 실시예에서는 실시예 1과 동일한 패턴을 영역(61)을 이용하여 미송 피치를 100 μm (빔폭 500 μm , 영역(61)은 300 μm , 영역(62)은 200 μm)으로 해도 양호한 결정을 얻을 수 있었다. 동일 크기의 기판에서 처리시간은 40초였다.

이와같은 처리는 실시예 1의 경우에서 미리 마스크없이 전면을 레이저 어닐에 의해 다결정화하고, 그 후 마스크 조사 어닐을 실시해도 좋다. 본 실시예에서는 1회의 처리로 다결정화와 입자직경 확대 결정화를 실시할 수 있다. 그외의 효과는 실시예 1과 동일했다.

(실시예 3)

도 7은 본 발명에 의한 다결정 Si박막의 형성방법의 실시예 3을 나타내는 도면이다.

본 실시예에서는 레이저빔의 마스크(13)를 피치(P_0)의 복수 영역(70, 71, 72, 73-)으로 구성한다. 영역(70)은 패턴이 없는 투과영역, 영역(71, 72, -)은 $P_0=2\mu\text{m}$, $P_1=2\mu\text{m}$ 의 스트라이프 패턴으로하고, 영역(72)은 영역(71)의 스트라이프 패턴을 각도 θ 경사진 패턴으로 한다. 조사조건은 레이저 발진 주파수 300kHz, 빔폭 800 $\mu\text{m} \times 100\text{mm}$, 기판 미송 피치(S_0)는 160 μm 으로 한다. 마스크의 패턴 피치(P_0)는 160 μm 로 빔폭을 5분할했다. 최초의 2영역은 영역(70)의 패턴이 없는 영역, 그리고, "71", "72" ($\theta=45^\circ$), "73"의 패턴이 계속된다. 조사와 기판 미송의 타이밍은 5회 조사한 후 기판을 160 μm 보낸다. 따라서, Si박막은 각 패턴으로 각각 5회 조사되고, 5종류의 패턴 영역에서 조사되기 때문에 총수 25회의 조사가 된다.

이 경우 얻어진 다결정 Si의 입자직경 상태를 도 8에 나타낸다. 패턴(70)에서는 도면에 나타내지 않았지만 입자직경 0.3 μm 의 다결정 Si가 되었다. 영역(71)에서는 길이 2 μm , 폭 0.3 μm 의 입자직경이 되었다. 패턴(72)의 영역에서는 스캔방향과 45도의 방향으로 길이 2 μm , 폭 0.45 μm 의 결정 입자가 다르고, 최초 영역(73)에서는 스캔방향으로 길이 2 μm 폭 0.6 μm 의 결정입자가 얻어졌다. 300x 400mm 기판 전면을 처리하는데 필요한 시간은 125초였다.

이 입자직경 확대는 도면중에 나타내는 바와 같이 패턴(72)에서는 패턴(71)의 입자직경폭(82)을 결정핵으로서 결정이 성장했기 때문이라고 생각된다. 여기서, 도면부호 "81"은 영역(71)에서의 결정입자의 짧은 길이 방향, "83"은 영역(73)에서의 결정입자의 짧은 길이방향이다.

영역(72)의 패턴의 기울기는 본 실시예에서는 45도로 했지만 θ 가 작을수록 결정입자폭의 확대는 커지지만 이와 동시에 입자폭이 작은 결정입자도 발생하는 빈도가 많아지기 때문에 0~60도의 범위가 바람직하다.

(실시예 4)

도 9는 본 발명에 의한 다결정 Si박막의 형성방법의 실시예 4를 나타내는 도면이다.

본 실시예에서는 레이저빔 마스크(13)를 피치(P_0)의 복수 블록으로 분할하고 있다. 영역(90)은 패턴이 없고, 영역(91)은 직경 C1의 원패턴이 기판 스캔방향으로 피치(dp1)로, 그 수직방향으로 피치(dp2)로 배치되어 있다. 영역(92, 93, -)에서 배치 피치는 영역(91)과 동일하지만 원패턴의 직경이 각각 C2, C3, -으로 되어있다. 마스크는 5대 1의 축소노광으로 기판 Si면에 조사되도록 배치되어 있다. 본 실시예에서는 조사면(Si표면)의 수법으로 환산하면 P_0 는 500 μm , dp1, dp2는 10 μm , C1, C2, C3, -의 직경은 각각 1 μm , 2 μm , 3 μm , -가 되고, 최종 패턴은 영역(97)에 나타내는 패턴이다. 조사면에서의 레이저빔의 크기는 길이 20mm, 폭 7mm이다. 레이저 조사조건은 발진 주파수 300kHz, 기판 미송 피치는 500 μm 로, 기판 미송은 조사 5회후에 실시한다. 또한, 기판 미송과 동시에 핵 영역의 원 패턴의 중심이 일치하도록 위치 맞춤을 실시한다. 정도는 $\pm 0.3\mu\text{m}$ 으로 실시하였다.

도 10은 각 영역의 조사후의 다결정 Si의 입자직경 상태를 나타내는 평면도이다. 영역(90)은 도시되어 있지 않지만 크기 0.3 μm 의 입자직경으로 되어 있다. 영역(91)에서는 직경 1.5 μm 의 큰 입자직경(101)이 마스크패턴에 대응하여 형성되고, 그 이외에는 크기 0.3 μm 의 작은 입자직경의 결정(100)이 랜덤하게 형성된다.

영역(92)에서는 영역(91)에서 형성된 큰 입자직경의 결정입자(102)가 더욱 확대되어 직경 2.5 μm 로 성장되고, 그이외의 영역은 작은 입자직경 결정입자(100)가 존재한다. 영역(93)에서는 큰 입자직경(103)이 형성된다. 이와같이, 차례로 입자직경이 확대되고, 최종 영역(99)에서는 길이 10 μm 의 정방향에 가까운 결정입자(109)가 10 μm 피치로 형성된다.

300x 400mm 기판을 처리하는데 필요한 시간은 200초였다. 본 실시예에서는 패턴의 축소 조사를 실시하고 있지만 등배 패턴으로 포커시미터 조사를 실시해도 좋다. 단, 패턴의 정밀도가 떨어지면 결함 등에 의한 초기 핵형성이 양호하게 실시되지 않는 경우도 있기 때문에 영역(91)은 복수 블록 설치한 쪽이 좋다. 본 방식에서는 패턴의 고정밀도 맞춤이 필요하게 되지만 임의의 크기의 결정입자를 형성하는 것이 가능해진다. 또한, 패턴은 원형상에 한정되지 않고 직사각형이라도 좋다. 조사회수 및 각 영역의 패턴의 크기는 레이저 출력의 안정성, 결정입자의 균일성 등으로부터 정해지면 좋고 본 실시예에 한정되는 것이 아니다.

(실시예 5)

도 11은 본 발명에 의한 다결정 Si박막의 형성방법의 실시예 5를 나타내는 도면이다.

본 실시예에서 이용하는 마스크(13)의 패턴은 차광광영역(P_0), 투과광영역(P_1)의 스트라이프패턴이다(도

11의 (a)). 실시예에서는 W_0 를 $5\mu m$, W_1 를 $1\mu m$ 로 했다. 본 실시예에서는 레이저빔의 3회 조사마다 기판의 피치(S_p)를 $0.5\mu m$ 씩 보낸다. 레이저빔폭(W_{L1})은 길이 $100\mu m$, 폭 $50\mu m$ 이고, 레이저빔폭에 대응한 길이에 걸쳐 상기 스트라이프 패턴이 반복되고 있다. 기판의 미송 길이가 패턴(W_0), 즉 $5\mu m$ 를 초과한 경우는 기판을 레이저빔폭 $500\mu m$ 보낸다(S_p). 또한, 기판은 미리 종래의 방법으로 작은 결정입자를 형성해두는 것이 바람직하다. 본 실시예에서는 기판($300 \times 400\text{mm}$) 전면을 처리하는데 필요한 시간은 240초였다.

도 11의 (a)의 마스크에 의해서 얻어진 결정입자의 평면도를 도 11의 (b)에 나타낸다. 길이 $7\mu m$, 폭 $0.3\mu m$ 의 결정입자(11)가 얻어졌다. 또한, 본 실시예에서는 도 11의 (c)에 나타내는 바와 같이, TFT(112)의 채널 방향(전류가 흐르는 방향)을 기판 미송 방향으로 하는 것에 의해 이것과 수직방향으로 배치된 TFT에 비해 2배의 이동도 $250(\text{cm}^2/\text{Vs})$ 를 얻었다. 이때의 TFT의 채널 길이는 $5\mu m$, 폭은 $3\mu m$ 로 하였다.

(실시예 6)

도 12는 본 발명에 의한 다결정 Si박막의 형성방법의 실시예 6을 나타내는 도면이다.

본 실시예의 마스크패턴(13)은 도 12의 (a)에 나타내는 바와 같이 레이저광이 투과하는 스트라이프패턴을 지그재그형상으로 형성한 것이다. 빛이 투과하는 영역의 폭(W_1)은 $3\mu m$, 불투과영역폭은 $10\mu m$, 지그재그의 피치(Y)는 $6\mu m$, 또 패턴의 기판 스캔 방향이 이루는 각도(θ 1, θ 2)는 모두 45° 로 했다. 레이저빔의 크기는 길이 $100\mu m$, 폭(W_{L1}) $500\mu m$ 이고, 마스크패턴은 빔폭과 같은 $500\mu m$ 에 걸쳐 반복 형성되어 있다. 레이저 조사방법은 3회 조사한 후, 기판 피치(S_p)를 $0.8\mu m$ 로 스캔하는 방법으로 기판의 토탈 미송 거리가 (W_0+Y)가 되기까지 반복된다. 본 실시예에서는 S_p 에 의한 미송이 $(10+6)=16\mu m$ 까지 반복된다. 즉, 미송 횟수는 20회이다. 이동간의 조사 횟수는 $20 \times 3=60$ 조사이다. 그 후, 마스크패턴 폭 $500\mu m$ 의 기판 미송(S_p)을 실시하여 동일한 조사를 반복한다. 레이저 발전은 300Hz 이고, $300 \times 400\text{mm}$ 기판의 전면 처리에 필요한 시간은 160초였다.

본 실시예에서 얻어지는 결정입자의 형상을 나타낸 것이 도 12의 (b) 내지 도 12의 (d)이다.

도 12의 (b)는 최초 조사로 얻어지는 결정입자의 형상을 나타내는 것으로, 지그재그의 정점에서는 약 $2\mu m$ 의 각이 벗어난 직사각형 형상의 입자직경(123a)이 얻어지고, 그외에는 마스크패턴을 따라서 길이 $2\mu m$, 폭 $0.3\mu m$ 의 길고 가느다란 입자직경(122)이 얻어진다. 이 상태에서 최초 기판 미송을 실시하여 레이저 조사한 경우는 도 12의 (b)의 "123b"로 나타내는 위치까지 각 결정입자가 성장하지만, 정점의 입자직경은 "122"의 위치의 결정핵으로부터 성장을 계속하여 직사각형에 가까운 형상으로 성장한다. 도 12의 (c)는 또 결정이 성장한 상태를 나타내지만 "122"로부터 스타트 결정 성장에 의해 큰 입자직경으로 변화한다. 최종 상태를 나타낸 것이 도 12의 (d)이고, 폭(d) $13\mu m$, 길이(Y) $6\mu m$ 의 <자형 입자직경>이 얻어진다.

본 실시예에서는 θ 를 45° 로 했지만 이에 한정되는 것이 아니다. 단, 0° 및 90° 에 가까울수록 스캔(S_p)의 토탈 미송 거리가 길어진다.

이때문에 실용적으로는 θ 는 $20^\circ \sim 70^\circ$ 의 범위가 바람직하다.

(실시예 7)

도 13은 본 발명에 의한 다결정 Si박막의 형성방법의 실시예 7을 나타내는 도면이다. 본 실시예에서는 조사 레이저 빔의 마스크로서, Si박막 표면에 형성한 산화막을 이용하고 있다. 도 13의 (a)에 나타내는 바와 같이 유리기판상의 막두께 50nm 의 비정질 Si박막위에 막두께 100nm 의 산화막을 성막한다.

그 후, 산화막(132)을 폭(W_0), 산화막패턴 공간(131)을 폭(W_1)으로 패턴닝·가공한다. 산화막 자체는 역시 레이저광(본 실시예에서는 XeCl레이저)을 투과한다. 본 실시예에서는 Si박막에 흡수된 에너지의 열확산 상태가 산화막패턴의 유무에 따라 다르므로, 산화막으로 얻어진 영역의 Si 박막의 열전도가 높기 때문에 더욱 온도의 저하가 빨라지는 것을 이용하여 Si박막 평면내에서의 온도 변화를 실현하고 있다(도 13의 (b)).

이 실시예에서는 산화막폭(W_0)을 $1.5\mu m$, 산화막패턴의 공간을 $1\mu m$ 로 하여 $300 \times 400\text{mm}$ 기판 전면에 형성했다. 레이저빔은 길이 $200\mu m$, 폭(W_{L1}) $300\mu m$ 이다. 레이저는 300Hz 로 발전시켜 각 레이저 조사마다 기판을 피치(S_p)로 보낸다. S_p 는 $15\mu m$ 이다. 기판 전면을 처리하는데 필요한 시간은 130초이다.

이 때 얻어진 입자직경 상태를 도 13의 (c)에 나타내는데 입자직경은 기판의 스캔방향으로 $1 \sim 1.5\mu m$, 입자직경폭은 $0.3\mu m$ 이었다. 산화막(131)은 레이저에너지를 처리후에 에칭 제거하면 좋다. 입자직경의 균일성을 확보하기 위해서는 실시예 1과 마찬가지로, W_0 , W_1 를 $3\mu m$ 이하로 하는 것이 바람직하지만 TFT의 채널 영역의 일부라도 큰 입자직경의 결정이 존재하는 것에 의해 TFT 특성을 개선할 수 있기 때문에 $10\mu m$ 정도 이하의 W_0 , W_1 이면 효과가 보인다. 특히, 산화막은 레이저광을 투과하기 때문에 산화막의 Si도 용융 결정화시킬 수 있어 산화막폭(W_0)을 특별히 미세하게 할 필요는 없다. 단, TFT의 채널 방향은 스트라이프 패턴과 수직 방향으로 설치하는 것이 바람직하다. TFT의 채널 방향은 일반적으로 기판의 길이 방향으로 평행하게 또는 수직으로 형성되고, 또 한방향으로 설정하는 것은 실용상은 곤란하다. 이 경우는 스트라이프패턴의 방향을 기판의 길이방향으로 각도(θ) 경사지게 하면 어느 방향에 배치된 TFT라도 균등한 특성이 얻어진다. θ 로서는 실용상 $30^\circ \sim 60^\circ$ 의 범위이면 TFT의 방향에 의한 특성의 이방성의 문제는 없다.

또한, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되는 것이 아니다. 예를 들어 긴 레이저빔밀 필연성은 없고, 직사각형빔을 이용해도 좋다. 또한, 실시예에서는 기재하고 있지 않지만 조사 분위기는 진공이라도 질소 또는 공기 분위기라도 좋다. 또한, 유리기판은 가열할 필요성은 없지만 기판 가열을 실시하는 것에 의

해 결정화의 시간을 길게 할 수 있어 결정입자의 크기를 개선하는데 유효하다.
그외에 본 발명의 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러가지 변형하여 실시할 수 있다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면 큰 결정입자의 다결정 Si박막을 생산성을 향상하면서 형성할 수 있다. 이때문에 TFT의 특성 향상 및 균일화를 실현할 수 있고, 구동회로 일체형 액정표시장치에 적용한 경우에는 더욱 고속인 구동회로를 비교적 적은 병렬수로 실현할 수 있고, 화소영역의 보다 작은 장치를 실현할 수 있다. 또한, TFT의 임계값 전압의 문제점도 줄고, 작은 값을 실현할 수 있기 때문에 구동 전압의 저감화가 가능해지고, 더욱 소비전력이 작은 액정표시장치를 실현할 수 있다.

(57) 청구의 범위

- 청구항 1. 절연기판상에 비정질 반도체박막을 형성하는 공정과, 이 반도체박막에 에너지빔을 조사하여 상기 반도체박막을 용융 재결정화하는 다결정 반도체박막의 제조방법에 있어서,
상기 에너지빔의 일부가 투과하는 반복 패턴이 투영판위에 형성된 마스크를 통하여 상기 에너지빔을 상기 반도체박막에 조사하는 공정, 및
상기 반도체박막위로의 상기 에너지빔의 조사위치를 변하게 하여 차례로 조사하여 상기 다결정 반도체박막을 성장시키는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법.
- 청구항 2. 제 1 항에 있어서,
상기 반복 패턴으로서 스트라이프형상의 패턴을 이용한 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법.
- 청구항 3. 제 2 항에 있어서,
상기 비정질 반도체박막으로 복수회의 레이저빔 조사후에 상기 기판을 이동하는 시퀀스로 상기 반도체박막의 다결정화를 실시하는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법.
- 청구항 4. 제 2 항에 있어서,
상기 비정질 반도체박막으로의 복수회의 레이저빔 조사후에 상기 기판을 제 1 피치로 이동하는 제 1 시퀀스로 반도체박막의 다결정화를 실시하고, 복수회 상기 제 1 피치로 상기 기판을 빔 조사 및 이동을 실시한 후, 상기 기판을 제 2 피치로 이동하고, 다시 상기 제 1 시퀀스로 상기 반도체박막의 다결정화를 실시하는 제 2 시퀀스에 의해 다결정화하는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법.
- 청구항 5. 제 2 항에 있어서,
상기 마스크의 상기 패턴이 복수영역으로 분할되어 각 영역에 다른 패턴이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법.
- 청구항 6. 제 5 항에 있어서,
복수영역으로 분할된 상기 패턴의 패턴 피치에 대응한 피치로 상기 레이저 조사와 동기하여 상기 기판을 이동하여 상기 다결정 반도체박막을 형성하는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법.
- 청구항 7. 제 6 항에 있어서,
복수의 영역으로 분할된 상기 패턴은 분할된 패턴사이에서의 상기 패턴의 방향이 다른 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법.
- 청구항 8. 제 2 항에 있어서,
마스크패턴으로서 지그재그형상의 스트라이프 패턴을 이용한 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법.
- 청구항 9. 제 6 항에 있어서,
상기 마스크의 각 분할 영역의 상기 패턴이 소정 피치로 형성되어 있고, 상기 레이저 조사후의 기판 이동에 있어서, 각 분할영역의 패턴이 위치 맞춤되어 설치되어 다음 레이저 조사를 실시하는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법.
- 청구항 10. 제 2 항에 있어서,
상기 마스크로서, 상기 반도체박막위에 형성된 투광성 무기재료로 이루어진 스트라이프 형상 패턴을 이용하는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조방법.
- 청구항 11. 절연성기판상에 형성된 비정질 반도체박막에 에너지빔을 조사하여 상기 반도체박막을 용융 재결정화하여 다결정 반도체박막을 형성하는 제조장치에 있어서,
상기 반도체박막위에 배치되어 투영판위에 상기 에너지빔을 차광하는 패턴을 형성한 마스크, 이 마스크를 유지하는 수단, 상기 마스크에 의해 변조된 상기 에너지빔이 상기 패턴을 상기 반도체박막위에서 결상시키는 수단, 및 상기 에너지빔의 조사와 동기하여 상기 절연성 기판을 소정 피치로 이동하는 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조장치.
- 청구항 12. 제 11 항에 있어서,

상기 에너지빔의 조사와 동기하여 상기 절연성기판을 2종류 이상의 소정 피치로 이동하는 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조장치.

청구항 13. 제 11 항에 있어서,

상기 마스크를 투과한 에너지빔을 상기 반도체박막 표면에 축소 조사하는 기구를 구비한 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조장치.

청구항 14. 제 11 항에 있어서,

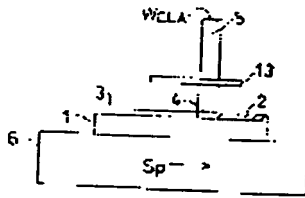
상기 마스크를 투과한 에너지빔을 상기 반도체박막 표면에 등배 조사하는 기구를 구비한 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조장치.

청구항 15. 제 11 항에 있어서,

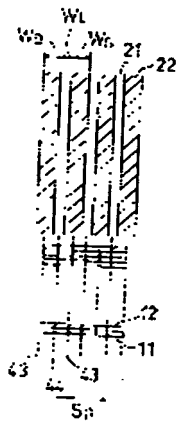
상기 에너지빔의 조사와 동기하여 상기 절연성 기판을 소정 피치로 이동함과 동시에 상기 절연성 기판위의 맞춤 패턴을 검출하는 수단, 및 상기 에너지빔을 간섭계에 의해 기판과 위치맞춤을 실시하는 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 다결정 반도체박막의 제조장치.

도면

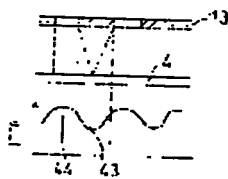
도면1



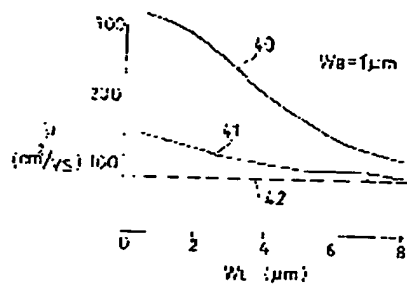
도면2



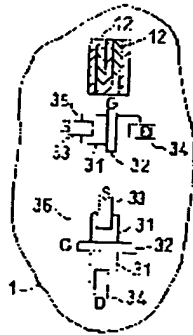
도면3



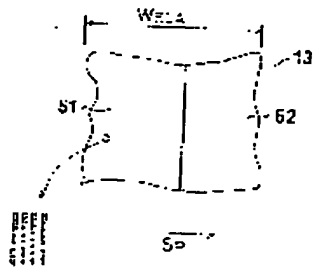
도면4



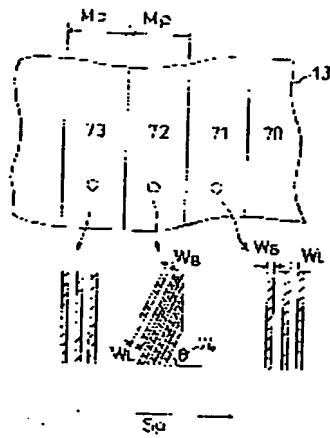
도면5



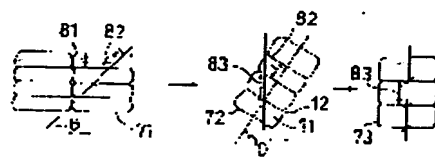
도면6



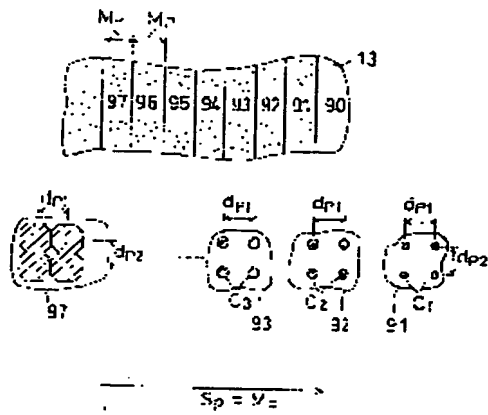
도면7



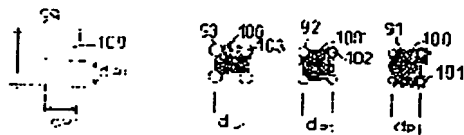
도면8



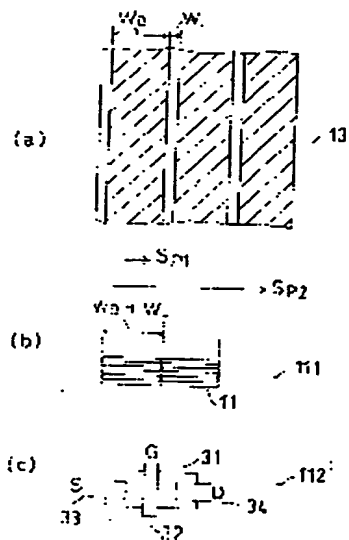
도면9



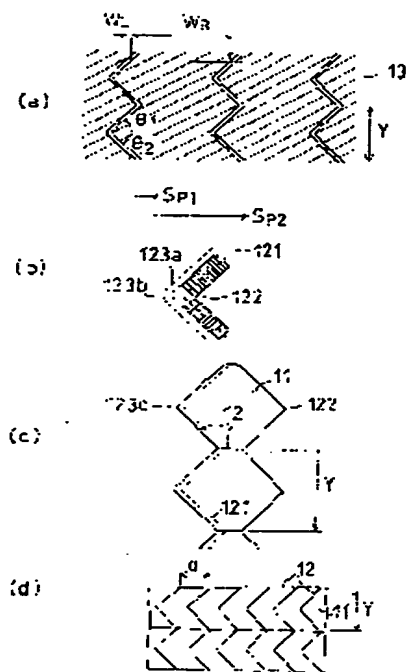
도면10



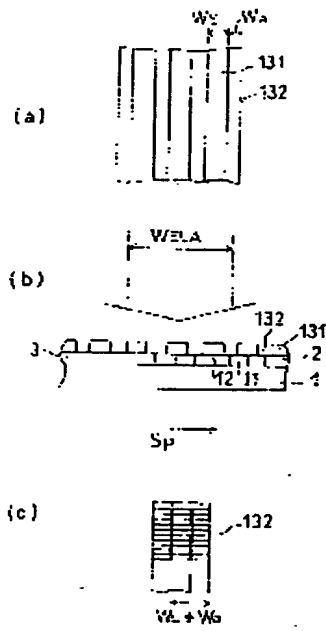
도면 11



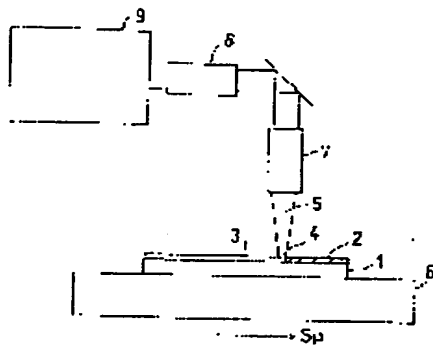
도면 12



도 13



도 14



도 15

